

油圧三点リンクを用いた作業機姿勢角制御システムの開発と評価

環境資源学専攻 生物生産工学講座 作物生産システム工学 岩田 暢人

1. はじめに

トラクタと作業機を繋ぐ三点リンク機構は、トラクタの動力を作業機に伝えるだけでなく作業機の姿勢を自由に設定および変更できる。ただしこの機構は主に手動操作によって位置決めを行っており、作業時間だけでなく作業者の熟練も要する。三点リンクの自動化技術として作業機のロール角のみを自動制御するものがあるが、ボトムプラウなどや多連カルチといった作業機ではピッチ角の精度が性能を左右するため、この技術を使用できない。そこでトラクタが走行作業中でも、ロール角とピッチ角の両者について、目標の角度を正確かつ精密に実現できる制御システムの開発を目指した。また、開発したシステムの評価を行った。

2. 方法

システムは油圧シリンダである右リフトロッドとトップリンクを、作業機傾斜センサの出力をもとにフィードバック制御するものとした。作業機の姿勢角変化を打ち消す方向に駆動することで作業機の姿勢制御を試みるものである。

開発したシステムを定置試験および圃場試験の2試験を通じて評価した。定置試験ではトラクタ本体を油圧ジャッキで傾けた際の作業機の姿勢角を計測した。圃場試験では起伏のあるコース上をトラクタが走行した際の作業機の姿勢角を計測した。

3. 結果と考察

完成した自動制御システムは信号遅延と油圧回路保護のための待機時間が合わせて最小で0.2秒、最大で2.6秒発生するものとなった。

定置試験においては十分な機能を発揮することができた。圃場試験では目標値の範囲を小さくすると振動ノイズに対する過剰反応やハンチングが生じ、大きくすると精度が確保できない等の問題が生じた。これらの問題は信号遅延および待機時間の短縮や、目標値範囲の決定アルゴリズムの開発で解消されるであろう。また、ハンチングを起こさないためには、モデルベースのフィードフォワード要素を加えてシリンダ操作量を明らかにしておく戦略が有効であると考えられる。フィードフォワード制御に必要な三点リンク数理モデルとしてはシリンダ長と姿勢角の間の関数を直線型として近似するモデルが、計算量が少なく精度が高いため有効である。また、完全なフィードフォワード制御が実現できた場合、作業機にセンサ等を搭載する必要がないため、使用する作業機を頻繁に変更するような作業体系での普及が進みやすくなることが期待できる。

4. まとめ

右リフトロッドおよびトップリンクを油圧シリンダ化し、この2本のリンクを自動制御することで目標の作業機姿勢を得られるシステムを開発した。定置状態では意図したとおりの性能が得られたが、圃場走行を行いながらの制御では十分な性能が得られないことがわかった。遅れ時間の短縮等により走行時の性能が向上する可能性が高い。

ハンチングの解消や作業機変更時の従事者の負担の軽減にはモデルベースのフィードフォワード制御が有効であり、数理モデルとしては直線近似モデルが優秀である。